

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ
Александра Миленковића

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију 16. 04. 2021. године, Наставно - научно веће Универзитета у Новом Саду Природно - математичког факултета.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. др Зорана Лужанин, редовни професор, ужа научна област Нумеричка математика, изабрана у звање 12.11.2007, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, председник.</p> <p>2. др Ђурђица Такачи, редовни професор, ужа научна област Анализа и вероватноћа, изабрана у звање 10.3.1997, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, ментор.</p> <p>3. др Мирјана Штрбоја, ванредни професор, ужа научна област Анализа и вероватноћа, изабрана у звање 01.07.2017, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан.</p> <p>4. др Рале Николић, ванредни професор, ужа научна област Математика, изабран у звање 1.10.2017., Универзитет Метрополитан, члан.</p> <p>5. др Свeглана Шпановић, редовни професор, ужа научна област Педагошке науке, изабрана у звање 17.9.2013, Педагошки факултет у Сомбору, Универзитет у Новом Саду, члан.</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Александар (Зоран) Миленковић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 17. 03. 1988, Крушевац, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно - математички факултет Универзитета у Крагујевцу, математичар, 2010. Природно - математички факултет Универзитета у Крагујевцу, мастер математичар - професор математике, 2012.</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2012/2013, Докторске академске студије методике наставе природних наука, математика и</p>

информатике.

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Визуализација наставних садржаја из вишеструких интеграла – когнитивни конфликти

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графика и сл.

У докторској дисертацији елаборирано је вишегодишње истраживање које се односи на примену дигиталних технологија у настави математике, конкретно вишеструких интеграла у високом образовању. У истраживањима су коришћене различите технологије, у смислу степена интеракције студената са дигиталним садржајима, типовима дигиталних садржаја и пружања могућности за мобилним учењем студената, односно учењем на даљину, све са циљем унапређења квалитета знања и постигнућа студената у области вишеструких интеграла. Велики број истраживања бавила су се применом, односно имплементацијом савремених технологија у наставни процес уопште, па и наставу математике, док су истраживања која се конкретно баве унапређењем наставе из области вишеструких интеграла знатно мање заступљена у литератури. У докторској дисертацији описане су наставне методе које се заснивају на коришћењу динамичких наставних материјала за одређивање области по којој се врши интеграција и одређивање граница променљивих приликом израчунавања двоструких и троструких интеграла. Коришћењем адекватних динамичких софтвера, односно софтверских пакета, израђени су наставни материјали који се могу користити у настави математике на универзитетском нивоу. Спроведена су појединачна истраживања са циљем да се испита и утврди степен утицаја примене нових приступа у визуализацији наставних садржаја који се односе на вишеструке интеграле. Детаљно су статистички анализирани резултати сваког од поменутих истраживања. На основу добијених резултата изведени су закључци и дата закључна разматрања, као и смернице за имплементацију датих методских приступа у настави и евентуална будућа истраживања на тему визуализације наставних садржаја из математике. Дата су закључна разматрања, у којима је изложена дискусија о резултатима добијених на основу спроведених истраживања и смернице за примену новог методског приступа у наставни процес у високом образовању као и идеје за евентуална даља истраживања.

Докторска дисертација је написана ћиричним писмом, штампана је у колору, у А4 формату. Садржи: 6 поглавља, 180 стране, 155 јединица литературе, 16 табела, 77 слика, 14 графика и 9 прилога.

Докторска дисертација подељена је у шест поглавља (Уводни део – 10 страна, Теоријске основе дисертације - 32 стране, Опис првог експерименталног истраживања – 32 стране, Опис другог експерименталног истраживања – 21 страна, Опис трећег експерименталног истраживања – 33 стране, Закључна разматрања – 8 страна). У докторској дисертацији је наведена Литература – 11 страна, дати су Прилози – 28 страна и Биографија кандидата – 2 стране. На почетку докторске дисертације дат је Предговор и Садржај докторске дисертације, а на самом крају дисертације и кључна документацијска информација (на српском и енглеском језику), као и третман чувања података.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У првом поглављу докторске дисертације, кандидат је јасно и концизно приказао мотивацију за истраживања описана у дисертацији, уз истицање потребе, актуелности и значаја предмета истраживања и проблемска питања којима се рад бави. Циљ и карактер истраживања јасно су дефинисани и операционализовани кроз истраживачке задатке истраживања. У уводном делу је дата прецизно описана структура докторске дисертације, уз сажет ток истраживања. Такође, у првом поглављу је дат и приказ софтвера, платформи и апликација коришћених за визуализацију наставних садржаја из вишеструких интеграла у истраживањима описаним у дисертацији.

У склопу другог поглавља дисертације приказан је теоријски оквир дисертације, односно раније спроведених истраживања, који је на одговарајући начин структуриран, даје јасан и свеобухватан увид у предмет истраживања. Том приликом, коришћен је значајан број релевантне литературе, што говори у прилог томе да кандидат добро познаје изабрани предмет истраживања. Кандидат је анализирао вишеструке репрезентације математичких појмова, конструктивистички приступ учењу, а посебну пажњу кандидат је посветио визуализацији математичких појмова, идеја и поступака. Анализирана је и примена динамичких софтвера за визуализацију појмова, као и основни аспекти мобилног учења.

У трећем поглављу, описано је прво од три експериментална истраживања, која су изложена у дисертацији. Овим истраживањем показано је да примена софтвера *Wolfram Mathematica* у коме су креирани дигитални наставни садржаји који су пратили конкретне задатке које су студенти решавали, као и примена софтверског пакета *GeoGebra* за креирање наставних материјала који су имали за циљ да поспеше и теоријско знање студената омогућава бољу визуализацију наставних садржаја из двоструких интеграла, а самим тиме доприноси и бољим постигнућима студената у одређивању области по којој се врши интеграција, као и одређивању граница променљивих двоструких интеграла. Представљен је начин и метод рада са обема групама студената (експерименталном и контролном), начин на који су студенти анализирали задатке и динамичке материјале током часова вежби. Задаци за тест коришћен за евалуацију постигнућа студената из области двоструког интеграла креирани су тако да омогуће проверу степена усвојености знања и умења студената. Показано је да када студенти алгебарску репрезентацију математичких појмова (кривих, правих и функција једне променљиве у равни и површи, равни и функција више променљивих у простору) повезују са графичком репрезентацијом тих појмова боље разумеју узајамни положај датих математичких појмова што доводи до побољшања квалитета знања студената у области двоструких интеграла.

У четвртном поглављу описано је, друго по реду истраживање где је представљен другачији методски приступ који је такође имао за циљ поспешивање теоријског и процедуралног знања и умења студената о вишеструким интегралима, кроз визуализацију одговарајућих геометријских објеката у мултирепрезентативном окружењу. За разлику од истраживања описаног у трећем поглављу, где су промене у методи рада са студентима вршене у обради наставних садржаја из области двоструких интеграла, у овом истраживању промене су уведене у процес наставе двоструких, али и троструких интеграла. У овом истраживању сви динамички материјали су креирани у *GeoGebra*-и од стране кандидата, а потом постављени на интернет платформу *GeoGebraTube*, како би студенти могли да их анализирају током учења на својим мобилним уређајима са интернет конекцијом, независно од времена и места на коме се налазе. Статистичка анализа резултата тестирања је потврдила и да други методски приступ доводи до позитивних исхода учења наставних садржаја који се односе на вишеструке интеграле, интеграцијом примене дигиталних садржаја у наставни процес. У четвртном поглављу изложена је и кратка анализа мишљења и ставова студената о примени мобилних уређаја у наставном процесу.

У шестом поглављу је описано, треће по реду истраживање, чији је циљ био да се испита да ли примена динамичких, вишеструких репрезентација у окружењу софтверских апликација *Graphing Calculator* и *3D Calculator* омогућава боље разумевање наставних садржаја из области вишеструких интеграла од стране студената, али и разумевање пресликавања координатних система у равни и простору, након увођења одговарајућих смена променљивих. За разлику од прва два истраживања, студенти су током датог истраживања самостално креирали дигиталне материјале коришћењем мобилних апликација *Graphing Calculator* и *3D Calculator* којима су графички представљали геометријске фигуре (којима су одређене области интеграције у задацима), односно њихов узајамни однос у конкретним задацима, али и материјале којима су студенти утврђивали и продубљивали знање о трансформацијама координатног система у равни или простору, након увођења смена променљивих (смене увођењем поларних, уопштених поларних координата, цилиндричних и сферних координата). Анализом резултата теста, утврђено је да су постигнућа студената који су у свом раду користили мобилне уређаје, односно апликације које пружају могућност за вишеструким динамичким репрезентацијама математичких појмова, боља када је реч о дефинисању скупа тачака

у равни, односно у простору, али и за решавање вишеструких интеграција, што потврђује претпоставку да примена динамичких вишеструких репрезентација у апликацијама *Graphing Calculator* и *3D Calculator* доприноси бољем теоријском, визуелном и процедуралном знању студената из области вишеструких интеграла.

У шестом поглављу кандидат је повезао закључке изложене у теоријском делу дисертације и емпиријском делу истраживања и представио их јасно и концизно. Кандидат је изложио педагошке импликације спроведеног истраживања и опште препоруке које би биле од значаја за ефикасну примену динамичких софтвера за визуализацију наставних садржаја у високом образовању. Такође су назначене и смернице за даља истраживања.

У делу Литература, коришћене литературне јединице коректно су наведене и омогућавају увид у проблематику која је изложена у дисертацији, док су у склопу дела Прилози изложени наставни материјали, задаци и тестови (заједно са начином бодовања задатака) коришћени приликом наведених истраживања.

Комисија је позитивно оценила све делове докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Milenković, A., Takači, Đ. & Božić, R. (2020). On the influence of software application for visualization in teaching double integrals, *Interactive Learning Environments*. doi.org/10.1080/10494820.2020.1719164 (M22)

Milenković, A., Takači, Đ. (2019). The Effects of Integrating Mobile Technology for Determining the Boundaries of Multiple Integrals, *Conference of MIPRO 2019: 42nd International ICT Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics*, Opatija, Croatia, May 20-24, 2019, 851-856. (M33)

Milenković, A., Takači, Đ. (2018). On the influence of software application for visualization in teaching double and triple integrals, *14SMAK: 14 th Serbian mathematical congress*, Kragujevac, Srbija, maj 16 – 19. 2018. (M34)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У докторској дисертацији приказани су оригинални дидактичко-методички модели засновани на примени савремене технологије у настави/учењу, односно на примени динамичког софтвера и иновативних наставних материјала, креираних помоћу динамичког софтвера, у изучавању наставних садржаја који се односе на вишеструке интеграле, специјално на одређивање области по којој се врши интеграција и граница променљивих. Приказане су могућности примене ових материјала у оквиру индивидуалног рада студената на часовима вежби, као и примене датих уређаја независно од времена и места на коме се налази (уз интернет конекцију на уређају), кроз нови методски приступ, који подразумева рад у оквиру вишеструких репрезентација математичких појмова, са акцентом на динамичку репрезентацију тих појмова.

Нови методски приступ је имплементиран у високошколску наставу, а дате су и одређене смернице за имплементацију овог приступа у доуниверзитетском образовању. У периоду од 2016. до 2020. године реализована су три педагошка истраживања, односно експеримента у којима је учествовало укупно 239 студената друге године основних академских студија на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, смерова машинско инжењерство, војноиндустријско инжењерство и аутомобилско инжењерство. Током сваког истраживања, студенти су били подељени у експерименталну и контролну групу, при чему су две групе студената имале приближно једнак број чланова.

Предзнање студентата експерименталне и контролне групе у области одређеног интеграла, који представља предзнање студената потребно за савладавање наставних садржаја из вишеструких

интеграла било је уједначено, што је потврђено статистичком анализом прелиминарног тестирања студената.

Прво експериментално истраживање описано у дисертацији спроведено је током зимских семестара академских 2016/2017 и 2017/2018 године. Генерација студената која је курс Математика 3 слушала академске 2016/2017 представљала је контролну групу, док је генерација студената која је слушала исти курс 2017/2018 године представљала контролну групу. На почетку наставног процеса из вишеструких интеграла студенти су тестирани, тачније тестирано је њихово знање из одређених интеграла. Како је прелиминарним тестирањем студената (након тестирања друге групе студената) утврђено да је њихово знање у области одређених интеграла уједначено, било је оправдано наставити истраживање са експерименталном групом студената. Овим истраживањем обухваћено је 103 студената друге године Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Наставник је студентима експерименталне групе давао одговарајуће динамичке материјале на којима су били представљени различити графици, у складу са поставкама и захтевима конкретних задатака из области двоструких интеграла. Дати материјали су били припремљени у динамичком софтверу *Wolfram Mathematica*, а студенти су дате наставне материјале анализирали користећи *CDF Player*. Приликом рада са тим динамичким материјалима, графици функција једне променљиве, правих и кривих у равни, као и површи у простору и графици функција више променљивих дате су и алгебарском репрезентацијом и графичком репрезентацијом. На тај начин студенти су могли да, на адекватан начин, повезују различите репрезентације истих математичких појмова и концепата и да их на тај начин боље усвајају и разумеју. Дате аплете студенти су могли да транслирају, ротирају, односно мењају перспективу из које посматрају одговарајуће геометријске објекте и њихове узајамне положаје у равни или простору, притом повезујући графичке репрезентације са алгебарским. Студентима је пружена и могућност манипулисања динамичким радним материјалима којима су представљене функције (криве и површи) са параметрима како би увидели на који начин промена вредности параметра у алгебарској репрезентацији математичког објекта утиче на промене геометријских особина датог објекта, тј. његове графичке репрезентације. Настава са студентима контролне групе се одвијала на традиционалан начин, за сваки задатак наставник је на табли цртао одговарајућу слику (слике) и потом детаљно решавао задатке на табли, уз дискусију са ученицима. Тест, који су студенти решавали без могућности употребе рачунара, био је идентичан за студенте експерименталне и контролне групе. Задаци су креирани тако да омогуће проверу овладавања наставним садржајима који се односе на одређивање вредности вишеструког интеграла, са нагласком на одређивање области по којој се врши интеграција и одређивање граница променљивих. Статистичка анализа резултата теста показала је значајну предност експерименталне у односу на контролну групу, чиме је потврђено да примена динамичког софтвера *Wolfram Mathematica* за визуализацију наставних садржаја омогућава студентима да боље савладају узајамне положаје геометријских фигура у равни и у простору и самим тим, доприноси бољим постигнућима студената иу области двоструких интеграла, а самим тиме и постигнућима студената у оквиру курса Математика 3.

Друго експериментално истраживање је такође спроведено на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, академске 2018/2019 године. Овим истраживањем обухваћено је 64 студената друге године Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Описани методски приступ је имао за циљ позитиван утицај на теоријско и процедурално знање студената о вишеструким интегралима, кроз визуализацију одговарајућих геометријских објеката у мултирепрезентативном окружењу. У датом истраживању промене су уведене у процес наставе двоструких, али и троструких интеграла. Сви динамички материјали коришћени приликом истраживања креирани су у *GeoGebra*-и, а након њихове примене на часовима вежби, кандидат их је поставио на интернет платформу *GeoGebraTube*, како би студенти имали прилику да их анализирају током учења на својим мобилним уређајима са интернет конекцијом, независно од времена и места на коме се налазе и тако утврђују и продубљују своје знање. Настава са студентима контролне групе се одвијала на традиционалан начин, за сваки задатак наставник је на табли цртао одговарајућу слику (слике) и потом детаљно решавао задатке на табли, уз дискусију са ученицима. Одговарајућом статистичком анализом, путем регуларног колоквијума из Математике 3, на коме студенти нису имали прилике да користе рачунаре и мобилне уређаје установљене су статистички значајне разлике у односу броја студената који су покушали, односно броја студената који нису покушали да реше

вишеструки интеграл двеју група, затим у односу броја студената експерименталне и контролне групе који су коректно одредили област по којој се врши интеграција (анализирањем пресека геометријских објеката) како би успешно одредили границе променљивих. Стога, резултати истраживања нам указују и да други методски приступ доводи до позитивних исхода учења наставних садржаја који се односе на вишеструке интеграле, интеграцијом примене дигиталних садржаја у наставни процес. У склопу другог истраживања студенти су анкетирани на тему примене мобилних уређаја за утврђивање знања из области вишеструког интеграла, а на основу одговора студената може се закључити да се студентима у највећој мери допало што су уз помоћ мобилног уређаја могли да посматрају графичке репрезентације математичких појмова на чијој је визуализацији био акценат током рада са студентима и да студенти у великој мери увиђају повезаност одговарајућих наставних садржаја из математике у високом образовању.

Треће у низу експериментално истраживање о утицају визуализације наставних садржаја из области вишеструких (двоструких и троструких) интеграла спроведено је академске 2019/2020 године, у зимском семестру. Овим истраживањем обухваћено је 72 студента друге године Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. У овом истраживању више пажње је посвећено раду студената на вежбама, односно студенти су стављени у центар наставног процеса, на тај начин што су самостално (уз помоћ кандидата) креирали дигиталне садржаје који су пратили одговарајуће, конкретне задатке који су се решавали на часовима вежби. Студенти су у склопу овог истраживања креирали мултирепрезентативна окружења користећи мобилне апликације *Graphing Calculator* и *3D Calculator* за конкретне задатке приликом њиховог решавања, како би успешно одредили области по којим се врши интеграција и како би одредили границе променљивих, али су такође креирали и динамичке материјале, уз упутства од стране кандидата, са циљем да поспеше своје теоријско знање о увођењу смене помоћу поларних, затим цилиндричних и сферних координата, као и пресликавањима координатних система које тада настају. Приликом израде задатака у којима је требало одредити тело које настаје у пресеку тродимензионалних геометријских објеката, студенти су креирали и графичке приказе у *3D Calculator*-у како би анализирали дате функције више променљивих, површи и равни, и након што би одредили пројекцију тела на раван пројекције креирали су графике и у *Graphing Calculator*-у, са циљем да прецизно одреде границе двеју променљивих. Настава са студентима контролне групе се одвијала на традиционалан начин, за сваки задатак наставник је на табли цртао одговарајућу слику (слике) и потом детаљно решавао задатке на табли, уз дискусију са ученицима. Тест, који су студенти решавали без могућности употребе рачунара, био је идентичан за студенте експерименталне и контролне групе и састојао се из два дела. Први део теста су чинили задаци чија је сврха била испитивање степена усвојености знања, умења и вештина студената у описивању скупова тачака у равни и простору избором различитих променљивих за зависну, односно за независну променљиву, као и описивање скупова тачака након увођења одговарајуће смене променљивих и одређивања граница нових променљивих, док се други део теста састојао из пет задатака којим је вредновано знање и умења студената приликом решавања вишеструких интеграла. Статистичка анализа резултата студената је показала значајну предност студената експерименталне групе у односу на студенте контролне групе, што указује на то да примена мобилних апликација *Graphing Calculator* и *3D Calculator* за визуализацију и рад у окружењу динамичких вишеструких репрезентација, уз конструктивистички приступ учењу, значајно доприноси побољшању постигнућа студената у области дефинисања и описивања скупова тачака у равни, са циљем да се поспеше способности студената за одређивање области по којој се врши интеграција и границе променљивих, затим у задацима у којим је потребно увести одговарајућу смену променљивих и разумевање трансформација координатних система насталих увођењем смене променљивих, као и у решавању вишеструких интеграла.

Кроз експериментални рад са студентима потврђено је да је, у реалним условима у којима се одржавају наставни часови вежби у високошколским установама, реализација описаног методског приступа могућа и, штавише, да је препоручљиво да се што чешће користи због вишеструких предности које има у односу на традиционалне методе и поступке у наставној пракси.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Истраживачке активности и коришћене статистичке методе, као и приказани резултати, представљају одговарајућу научну апаратуру, помоћу које је дата адекватна слика утицаја примене вишеструких репрезентација математичких појмова у рачунарском окружењу, као и визуализације наставних садржаја из вишеструких интеграла, применом одговарајућих софтверских пакета и мобилних апликација на квалитет знања студената и оствареност оптималних резултата у учењу и разумевању наставних садржаја из области вишеструких интеграла.

Текст дисертације је читљив, јасан, повезан и разумљив. Кандидат је фокусиран на тему истраживања, а теоријске основе рада су одлично протумачене и повезане са експерименталним истраживањима. Кандидат влада методологијом научног рада јер је самосталним истраживањем дошао до релевантних научних сазнања. Резултати истраживања су систематично приказани и илустровани одговарајућим графичким и табеларним приказима. Добијени подаци експерименталног педагошког истраживања детаљно су анализирани у складу са одабраним теоријским оквиром и методологијом педагошког истраживања. Статистички поступци су изабрани у складу са формулисаним циљевима истраживања што се јасно види у деловима дисертације у којима се интерпретирају добијени резултати. Резултати истраживања су јасно и прецизно тумачени, а изведени закључци су добро засновани и јасно аргументовани. Дати резултати говоре у прилог томе да примена новог методског приступа, заснованог на употреби динамичког софтвера, током увежбавања наставних садржаја који се односе на вишеструке интеграле доприноси бољим постигнућима студената у поменутој области.

У прикупљању података кандидат је користио обимну, релевантну и актуелну литературу из области методике наставе математике, педагогије и психологије. Комисија је усвојила *Извештај тестирања на плагијаризам кандидата Александра Миленковића* и констатовала да је дисертација коректно написана, а делови реченица који се поклапају нису симптоматични и не указују на било какав проблем у вези са оригиналним резултатима кандидата.

На основу начина приказивања и тумачења резултата истраживања, може се констатовати да рад садржи оригиналне научне резултате који задовољавају захтеве нивоа докторске дисертације.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Докторска дисертација Александра Миленковића написана је у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација садржи све битне елементе који представљају оригиналан научни допринос, написана је и структурирана у складу са захтевима за израду научног дела.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Докторска дисертација је теоријско-експерименталног карактера, и у складу са тим истичу се њени оригинални доприноси савременој методици наставе математике.

Теоријски допринос дисертације огледа се у критички написаном компаративном прегледу савремене литературе из области методике наставе математике, при чему се кандидат фокусирао на научне и стручне радове који се односе на вишеструке репрезентације математичких појмова, конструктивизам, визуализацију појмова, примену софтверских пакета за визуализацију и мобилно учење.

Допринос дисертације у емпиријском смислу огледа се у значају испитивања могућности унапређења постојеће наставне праксе у високом образовању увођењем нових методских приступа базираних на одговарајућој визуализацији наставних садржаја из области двоструких и троструких интеграла. Дисертација даје емпиријску проверу иновирања високошколске наставе математике применом динамичких софтвера за визуализацију наставних садржаја из области вишеструких интеграла. Допринос се огледа у примени новог приступа обради појмова математичке анализе, конкретно наставних садржаја из вишеструких интеграла, што је увело одговарајуће иновације у раду са студентима.

У докторској дисертацији су представљени и детаљно објашњени експериментални наставни процеси реализовани са студентима, уз планску и систематску примену рачунара и мобилних уређаја ученика током наставног процеса. У периоду од 2016. до 2019. године реализована су три педагошка експеримента у којима је учествовало укупно 239 студената друге године основних академских студија на Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и то смерова машинско инжењерство, војноиндустријско инжењерство и аутомобилско инжењерство. Током сваког истраживања, студенти су били подељени у експерименталну и контролну групу, при чему су две групе имале приближно једнак број чланова. Експерименталним делом који се односи на спроведена истраживања, емпиријски је утврђен утицај предложених нових методичких поступака у раду на квалитет знања студената, који се односе на вишеструке интеграле.

Докторска дисертација и предлози који су јасно истакнути у оквиру закључних разматрања отварају могућности за спровођење нових истраживања у циљу даљег испитивања утицаја предложених иновативних приступа на знања из различитих специфичних области математике, али и других наука.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

У докторској дисертацији нема недостатака који би утицали на резултат истраживања.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација Александра Миленковића под називом „Визуализација наставних садржаја из вишеструких интеграла – когнитивни конфликти“ прихвати, а кандидату одобри одбрана.

Нови Сад, _____ 2020. год.

Комисија

др Зорана Лужанин, редовни професор, председник

др Ђурђица Такачи, редовни професор, ментор

др Мирјана Штрбоја, ванредни професор, члан

др Рале Николић, ванредни професор, члан

др Светлана Шпановић, редовни професор, члан

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.